

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA
OSTRAVA**

Hornicko – geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

BIOPALIVA

Biofuels

Bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Jana Motáková
Mgr. Eva Pertile, Ph.D.

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Jana Motáková**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R028 Environmentální biotechnologie
Téma: **Biopaliva
Biofuel**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl bakalářské práce
2. Biomasa
3. Platná legislativa
4. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

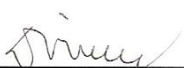
1. MALAŤÁK Jan, VACULÍK Petr: Biomasa pro výrobu energie, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. 206 s. ISBN 978-80-213-1810-6.
2. NOSKIEVIČ Pavel a kolektiv autorů: Biomasa a její energetické využití, VŠB TU Ostrava, 1996, 67 s. ISBN 80-7078-367-2.
3. MURTINGER Karel, BERANOVSKÝ Jiří: Energie z biomasy, ERA, 2006, 94 s. ISBN 80-7366-071-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Eva Pertile, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2009

Datum odevzdání: 15.04.2010


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., Dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěné v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě 15. 4. 2010

Jana Motáková

Anotace

V předložené práci jsou zpracována biopaliva a biomasa od jejich přesné definice po zařazení do jednotlivých skupin a jsou zde uvedeny jednotliví zástupci biomasy využívaných k energetickým účelům. Dále jsou zde popsány vlastnosti biopaliv, které jsou zásadní pro následné využití ke spalování a dále jednotlivé využití biomasy jako palivo. V dalších kapitolách je přehled právních nástrojů, vymezující využívání a celkové nakládání s biopalivy. Závěrem práce je uvedena jedna z metod zpracování biopaliv a to termické spalování a také příklady kotlů, vhodné k tomuto využití.

Klíčová slova: biomasa, biopaliva

Summary

The thesis submitted deals with biofuels and biomass, from their exact definitions to putting into individual groups, and individual biomass agents used for energy purposes are presented here as well. The biomass properties that are essential for subsequent utilization in combustion and individual exploitation of biomass as a fuel are described here. A summary of legal instruments, defining utilization and overall disposal of biofuels, is given in the following chapters. One of the methods of biofuel processing, namely thermal combustion as well as examples of boilers suitable for this utilization, are included in the conclusion of the thesis.

Keywords: biomass, biofuels

Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	BIOMASA A BIOPALIVA.....	2
2.1	Definice biomasy	2
2.2	Klasifikace biomasy	2
2.2.1	Borovicovité (<i>Pinaceae Lindl.</i>).....	5
2.2.2	Vrbovité (<i>Salicaceae Mirbel</i>)	6
2.2.3	Bobovité (<i>Fabaceae Lindl.</i>).....	6
2.2.4	Hvězdicovité (<i>Asteraceae Martinov</i>).....	7
2.3	Vlastnosti biopaliv.....	8
2.3.1	Obsah vody	8
2.3.2	Obsah popela.....	9
2.3.3	Výhřevnost.....	9
2.3.4	Prchavá hořlavina	10
2.3.5	Obsah síry	10
2.4	Výhody a nevýhody.....	11
2.5	Využití biomasy	12
2.5.1	Syntetické dieselové palivo	13
2.5.2	Bioplynové stanice.....	14
2.5.3	Sláma jako palivo.....	15
3	LEGISLATIVA.....	16
4	TERMICKÁ PŘEMĚNA BIOMASY.....	20
4.1	Příprava biopaliva	21
4.1.1	PELETIZACE.....	21
4.1.2	BRIKETOVÁNÍ.....	22

4.2	Kotle vhodné pro spalování biomasy	23
4.2.1	Biokotel v Krnově.....	23
4.2.2	Kotel na pelety ATMOS	24
5	ZÁVĚR	26
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	27

Seznam použitých zkratk

OZE – obnovitelný zdroj energie

BTL – biomas – to – liquid (syntetické dieselové palivo)

MEŘO – methylester řepky olejn 

1 Úvod

Pojmy biomasa a biopaliva jsou v současné době jedny z nejvíce skloňovaných slov ve všech směrech, od legislativního vymezení samotného pojmu až po konkrétní firmy a podniky zaměřené na výrobu biomasy a její následné zpracování.

Největší rozvoj biopaliv byl zaznamenán na počátku dvacátého prvního století, kdy se vlivem „poplašných zpráv o globálním oteplování a o ztenčujících se zásobách uhlí“ většina států začala věnovat problematice životního prostředí a s ním souvisejícími metodami, které se zdají být šetrnější k naší Zemi. Široká veřejnost je seznamována většinou jen s kladnými aspekty využívání biomasy, ale málo je zdůrazňován následný dopad na přírodu.

Biopaliva samy o sobě vyvolávají v lidech rozdílné názory, ale jedná se pouze o důsledek špatné informovanosti veřejnosti pomocí zpravodajských médií. Na jedné straně a to většinou, jsou biopaliva ukazována pouze v nejlepším světle, ale za rok vyjdou najevo a ukazují se jejich špatné vlastnosti. Kdyby se vždy podával veřejnosti ucelený závěr a ne náhlá myšlenka, nejednalo by se o tak diskutované téma.

V mé bakalářské práci bych chtěla biopaliva uvést v jejich skutečné podobě. Poukázat jak na dobré vlastnosti, tak i na zápornou stránku související nejen s problémem spalování a skladování, ale i s dopadem na životní prostředí a naše životy. Chtěla bych částečně porovnat biopaliva a fosilní paliva a poukázat na jejich někdy výrazné rozdíly co se vlastností a dopadů na životní prostředí týče.

2 Biomasa a biopaliva

Na začátku bych chtěla zdůraznit, že pojmy biomasa a biopaliva, jsou obnovitelnými zdroji energie, ale každý z těchto pojmů má své specifické využití.

- a) Biomasa - surovina využívána ve spalovacích procesech v teplárnách, elektrárnách a výtopnách.
- b) Biopaliva - surovina používána v automobilech jako náhrada nafty a benzínu

2.1 Definice biomasy

Biomasa je podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES definována jako: „*Biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví, a rovněž biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu.*“ [1]

Jinak se dá biomasa definovat takto: „*Rostlinný materiál, který lze použít jako palivo pro účely využití jeho energetického obsahu, pokud pochází ze zemědělství, lesnictví, nebo potravinářského průmyslu, z výroby surové buničiny a z výroby papíru z buničiny, ze zpracování korku, ze zpracování dřeva s výjimkou dřevního odpadu, který obsahuje halogenové organické sloučeniny nebo těžké kovy v důsledku ošetření látkami na ochranu dřeva nebo nátěrovými hmotami, a dřevní odpad pocházející ze stavebnictví.*“ [2]

2.2 Klasifikace biomasy

Biomasa, jak již bylo uvedeno, je směs všech biologicky rozložitelných zbytků, ale pro jednodušší představu se biomasa dá klasifikovat podle svého původu: [2]

1. Dřevní biomasa

- Lesní a plantážové dřevo: z lesů, parků a plantáží včetně rychle rostoucích stromů. Například jsou zde řazeny pařezy, kůry nebo kulatiny.
- Dřevozpracující průmysl, vedlejší produkty a zbytky: chemicky neošetřené zbytky z mechanického zpracování dřeva a chemicky ošetřené zbytky, které v žádném případě nesmí obsahovat halové prvky a jejich sloučeniny a především těžké kovy.
- Použité dřevo: dřevní odpad pocházející od zákazníků a od společností.

2. Bylinná biomasa

- Zemědělské a zahradní byliny: materiál pocházející z polí, zahrada a parků (obilniny, traviny, olejniny na semeno, kořenoviny, luskoviny, květiny, bylinná biomasa z péče o krajinu).
- Průmysl zpracovávající byliny, vedlejší produkty a zbytky: jedná se především o zbytky po průmyslové manipulaci a ošetření. Například zbytky z cukrové řepy nebo z ječného sladu.

3. Ovocná biomasa

- Sadové a zahradní ovoce: ovoce ze stromů a křovin a včetně plodů z bylin (jako jsou například rajčata).
- Průmysl zpracovávající ovoce, vedlejší produkty a zbytky: například jsou to vylišované zbytky z výroby olivového oleje nebo výroby jablečného džusu.

Ke všem třem předcházejícím skupinám biomasy se vždy řadí ještě směsi a příměsi což jsou zbytky z dřevního, bylinného nebo ovocného odpadu vzniklé úmyslným nebo neúmyslným smícháním.

Dřevní, bylinná i ovocná biomasa je chápána jako zbytky a odpady z různých průmyslových i neprůmyslových odvětví. Tato biomasa má svůj specifický název. Je to odpadní biomasa, neboť se jedná o biomasu, která už člověkem byla nějak zpracovávána, neboli byla již primárně využita.[3]

V následujícím textu jsou uvedeny energetické plodiny. Taktéž se jedná o druh biomasy, který je však primárně určený pro energetické využití. Tyto plodiny nejsou v žádném případě určeny pro potravinářský průmysl ani pro jiné technické zpracování. Avšak do této skupiny mohou patřit jen plodiny s významnými vlastnostmi vhodnými pro energetický průmysl, ale zároveň nesmí mít jejich pěstování vliv na okolí.[3]

Proto zde uvádím seznam rostlin (tabulka č. 1) uvedený ve Vyhlášce č. 482/2005 Sb. v příloze č. 2, vymezující rostliny, které mohou být rizikové pro naše klimatické podmínky, neboť nejsou původní a mohou se velice rychle rozrůstat. Aby se zabránilo vytlačování původních druhů, jsou tyto rostliny uvedeny na seznamu, který zakazuje jejich účelné pěstování. [1]

Tabulka 1: Příloha č. 2 k vyhlášce č 482/2005 Sb. (Seznam invazivních a expanzivních druhů vyšších rostlin, které narušují funkci ekosystémů a mohou způsobovat hospodářské škody)[1]

<i>latinský název</i>	<i>český název</i>
<i>Acer negundo L.</i>	javor jasolistý
<i>Ailanthus altissima (Mill.) Single</i>	pajasan žláznatý
<i>Amaranthus sp. div.</i>	rod laskavec (s výjimkou druhů pěstovaných pro potravinářské účely)
<i>Amorpha Fruticosa L.</i>	netvařec křovitý
<i>Aster sp. div.</i>	hvězdnice (severoamerické druhy)
<i>Bunias orientalis L.</i>	rukevník východní
<i>Calamagrostis arundinacea L.</i>	třtina rákosovitá
<i>Calamagrostis epigeos</i>	třtina křovištní
<i>Fraxinus pennsylvanica Marshall</i>	jasan pensylvánský
<i>Helianthus tuberosus L.</i>	slunečnice topinambur
<i>Heracleum mantegazzianum Sommier et Levier</i>	bolševník velkolepý
<i>Impatiens glandulifera Royle</i>	netýkavka žláznatá
<i>Inula helenium</i>	oman pravý
<i>Lupinus polyphyllus Lindl.</i>	lupina mnoholistá
<i>Lycium barbarum L.</i>	kustovnice cizí
<i>Oenothera sp. div.</i>	pupalka (geograficky nepůvodní druh)
<i>Pinus strobus L.</i>	borovice vejmutovka
<i>Quercus rubra L.</i>	dub červený
<i>Reynoutria japonica Houtt.</i>	křídlatka japonská
<i>Reynoutria sachalinensis (Friedr. Schmidt) Nakai</i>	křídlatka sachalinská
<i>Reynoutria x bohemica Chrtek et Chrtková</i>	křídlatka česká
<i>Rhus hirta (L.)Sudw.</i>	škumpa orobincová
<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	trnovník akát
<i>Rudbeckia laciniata L.</i>	třapatka dřípatá
<i>Solidago canadensis L.</i>	zlatobýl kanadský
<i>Solidago gigantea Ait.</i>	zlatobýl obrovský
<i>Sarothamnus scoparius (L.)Wimm.ex Koch</i>	janovec metlatý
<i>Telekia speciosa (Schreber) Baumg.</i>	kolotočník ozdobný
<i>Tanacetum vulgare L.</i>	vratič obecný

Biopaliva mohou být tvořeny čistě dřevní nebo bylinnou hmotou. Dřevo a jeho formy, jako například piliny, kůra, štěpky, je ideální surovinou k energetickému využití, protože nejen malé množství vody, ale také zbytkové množství pryskyřice, která může zvýšit výhřevnost některých druhů dřeva jako paliva až dvojnásobně. Výhody bylinných

surovin spočívají v tom, že umí někdy vydržet i sušší období s minimálním dostatkem vláhy. [4]

V následujícím textu uvedu pár zástupců dřevin a rostlin, které lze využít jako vhodné zdroje biomasy.

2.2.1 Borovicovité (*Pinaceae Lindl.*)

Do čeledi borovicovitých řadíme vždy zelené a jen vzácně opadavé dřeviny. Je rozšířená po celé severní zeměkouli kromě tropů a subtropů (s výjimkou horských oblastí). Popsáno je asi 9 rodů s 235 druhy. Jejich nejznámějším zástupcem je smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karsten), který je nejdůležitější užitkovou dřevinou využívající se ve stavebnictví, v truhlářství, energetice a také k výrobě papíru. [5]

Tabulka 2: Chemická analýza smrku ztepilého [2]

Vzorek	obsah vody (% hm.)	popel (% hm.)	prchavá hořlavina (% hm.)	neprchavá hořlavina (% hm.)	spalné teplo (MJ/kg)	výhřevnost (MJ/kg)	Uhlík C (% hm.)	Vodík H (% hm.)	Dusík N (% hm.)	Síra S (% hm.)	Kyslík O (% hm.)	Chlor Cl (% hm.)
značka	W_t^r	A^r	V^r	$(NV)^r$	Q_s^d	Q_i^r	C_t^r	H_t^r	N_t^r	S_t^r	O_t^r	Cl_t^r
lesní štěpka - smrk. Pelety	6,79	3,02	75,55	14,64	18,74	17,18	47,37	6,4	0,19	0,01	36,2	0,04
kůra pelety – smrk	8,52	3,33	67,78	20,37	17,48	16,18	43,7	4,98	0,13	0,04	39,28	0,02
referenční palivo - hnědé uhlí Most	20,8	20,4	42,5	38,2	17,23	15,79	42,31	4,24	0,58	3,85	7,81	0,07

V tabulce č. 2 je znázorněna chemická analýza vzorků smrku ztepilého srovnávána se vzorkem hnědého uhlí. Na první pohled je patrné, že vzorky smrku mají pozitivnější výsledky než fosilní palivo. Nejuspokojivějších hodnot dosahují zejména vzorky lesní štěpky. Ve srovnání s hnědým uhlím mají dvakrát menší obsah nežádoucích příměsí (jako je chlor nebo síra), což zaručuje jejich ekologičtější spalování.

2.2.2 Vrbovité (*Salicaceae* Mirbel)

Jsou zde řazeny především opadavé, dvoudomé a rychle rostoucí stromy, je známo přibližně čtyřicet až sto druhů převážně v klimatických pásech severní polokoule. Zástupce, Topol osika (*Populus Tremula*), vyrůstá do výšky šedesáti metrů a nachází se zejména v severní Africe, Malé Asii, na Sibiři a ve většině částí Evropy. [6]

Analyzované vzorky topolu (uvedené v tabulce č. 3) dokazují, že dřevní biomasa je vhodnější k energetickému využití než fosilní palivo. Dále je zde viditelný rozdíl při srovnání štěpky a kůry z topolu. Kůra obsahuje větší obsah vody a tím je i její výhřevnost nižší. V konečném srovnání je patrné, že kůra topolu je horším palivem než hnědé uhlí.

Tabulka 3: Chemická analýza vzorků topolu osika [2]

Vzorek	obsah vody (% hm.)	popel (% hm.)	prchavá hořlavina (% hm.)	neprchavá hořlavina (% hm.)	spalné teplo (MJ/kg)	výhřevnost (MJ/kg)	Uhlík C (% hm.)	Vodík H (% hm.)	Dusík N (% hm.)	Síra S (% hm.)	Kyslík O (% hm.)	Chlor Cl (% hm.)
Značka	W_t^r	A^r	V^r	$(NV)^r$	Q_s^d	Q_i^r	C_t^r	H_t^r	N_t^r	S_t^r	O_t^r	Cl_t^r
topolová kůra	53,6	2,61	41,08	2,74	9,104	6,99	20,12	3,69	0,2	0,01	19,77	0,007
štěpka suchá – topoly	8,86	1,64	74,57	14,92	19,01	17,48	44,02	6,03	0,78	0,01	38,64	0,012
referenční palivo - hnědé uhlí Most	20,8	20,4	42,5	28,2	17,23	15,79	42,31	4,24	0,58	3,85	7,81	0,07

2.2.3 Bobovité (*Fabaceae* Lindl.)

Bobovité rostliny patří do čeledi dvouděložných a zahrnují přibližně 500 rodů s 12 000 druhy. Nikdy se nevyskytují ve vodním prostředí. Hojně se tato čeleď využívá v zemědělství a pro potravinářské účely, ale jsou zde řazeny i medonosné a léčivé rostliny.

Tolice vojtěška (*Medicago sativa*), jako nejznámější zdroj biomasy pro výrobu energie, je bylina vysoká až sto centimetrů a kvetoucí od května do října, se nachází převážně v Evropě, V Asii a v Severní Americe. Z počátku se pěstovala zejména jako krmivo pro dobytek, ale v současné době, díky jejím relativně dobrým energetickým vlastnostem (tabulka č. 4), se účelně pěstuje i pro energetiku. [7]

Tabulka 4: Chemická analýza vzorků tolíce vojtěšky [2]

Vzorek	obsah vody (% hm.)	popel (% hm.)	prchavá hořlavina (% hm.)	neprchavá hořlavina (% hm.)	spalné teplo (MJ/kg)	výhřevnost (MJ/kg)	Uhlík C (% hm.)	Vodík H (% hm.)	Dusík N (% hm.)	Síra S (% hm.)	Kyslík O (% hm.)	Chlor Cl (% hm.)
Značka	W_t^r	A^r	V^r	$(NV)^r$	Q_s^d	Q_i^r	C_t^r	H_t^r	N_t^r	S_t^r	O_t^r	Cl_t^r
vojtěškové pelety (φ 15 mm)	9,97	9,71	66,7	13,62	16,75	15,44	42,26	4,87	3,39	0,16	29,5	0,15
vojtěškové pelety (φ 8 mm)	11,4	8,15	65,16	15,33	16,61	15,34	41,24	4,55	2,85	0,16	31,12	0,22
referenční palivo - hnědé uhlí Most	20,8	20,4	42,5	28,2	17,23	15,79	42,31	4,24	0,58	3,85	7,81	0,07

Ve srovnání s předešlými vzorky biomasy, má tolíce vojtěška vyšší hodnoty obsaženého chloru, ale to je dáno tím, že se jedná o zelené rostliny, využívající oxid uhličitý k fotosyntéze. Je velmi dobře patrné, že většina vlastností nezávisí na průměru pelet. Hodnoty výhřevnosti a spalného tepla jsou srovnatelné i s hodnotami hnědého uhlí. Jediné viditelné rozdíly jsou v obsahu kyslíku, který zlepšuje vlastnosti hoření.

2.2.4 Hvězdnicovité (*Asteraceae Martinov*)

Jedna z nepočetnějších čeledí obsahující okolo 1 300 rodů a 20 000 druhů rostlin. Rostliny mohou být jednoleté, dvouleté a víceleté a řadíme zde i stromy, keře a polokeře. Mnoho bylin z čeledi hvězdnicovitých jsou léčivé, zdrojem potravy pro obyvatelstvo i hospodářská zvířata ale i jinak využitelné suroviny. Vyskytují se v sušších oblastech mírného a subtropického pásu. Zástupcem k energetickému využití je světlice barvířská (*Crthamus tinctorius L.*). Jedná se o jednoletou rostlinu 90 centimetrů vysokou, která dozrává koncem srpna a začátkem září. Pěstuje se v suchých a tropických oblastech. Vyskytuje se v Asii a v Africe. Její největší kladnou stránkou je suchovzdornost v letních měsících. Dřevnatý odpad se využívá k energetickým účelům. Lidově se světlici barvířské říká saflor. [8]

Tabulka 5: Chemická analýza vzorků světlice barvířské [2]

Vzorek	obsah vody (% hm.)	popel (% hm.)	prchavá hořlavina (% hm.)	neprchavá hořlavina (% hm.)	spalné teplo (MJ/kg)	výhřevnost (MJ/kg)	Uhlík C (% hm.)	Vodík H (% hm.)	Dusík N (% hm.)	Síra S (% hm.)	Kyslík O (% hm.)	Chlor Cl (% hm.)
Značka	W_t^r	A^r	V^r	$(NV)^r$	Q_s^d	Q_i^r	C_t^r	H_t^r	N_t^r	S_t^r	O_t^r	Cl_t^r
světlice barvířská (saflor)	7,15	3,29	71,43	18,13	17,58	16,15	43,7	5,75	0,82	0,05	39,02	0,22
semena safloru 80:20 - pelety ($\phi 10$ mm)	7,78	3,74	71,8	16,68	18,95	17,57	48,39	5,43	1,08	0,11	33,36	0,11
referenční palivo - hnědé uhlí Most	20,8	20,4	42,5	28,2	17,23	15,79	42,31	4,24	0,58	3,85	7,81	0,07

Provedením chemické analýzy (tabulka č. 5) se zjistilo, že světlice barvířská má přibližně čtyřikrát vyšší obsah kyslíku než hnědé uhlí. Jejich výhřevnost je v celku srovnatelná. Je pozorovatelné, že většina bylinné biomasy se hodnotami nijak výrazně neliší od fosilních paliv. Největším kladem bylinné biomasy je jejich nízký obsah vody, což je dokonalá vlastnost paliv.

2.3 Vlastnosti biopaliv

Abychom mohli biopaliva spalovat v konkrétním zařízení a abychom dosáhli kvalitního paliva, musíme vždy předem znát jeho vlastnosti a jeho složení, včetně příměsí v biomase obsažených. Všechna paliva jsou charakterizována celkovou vodou, popelem a hořlavinou, neboli se skládá z hořlavé složky (uhlík, vodík, dusík a síra) a z nehořlavé složky (popel a voda). [2]

2.3.1 Obsah vody

Voda je nejvýznamnější sloučeninou vodíku a kyslíku. Obvykle bezbarvá kapalina bez chuti a zápachu s vysokými teplotami tání ($t_t = 0\text{ °C}$) a varu ($t_v = 100\text{ °C}$). [9]

Voda je nehořlavá část paliva, která má přímý dopad na výhřevnost paliva. S rostoucím obsahem vody, výhřevnost klesá. Její obsah je závislý na druhu užití biomasy,

U bylinné biomasy je obsah vody kolem deseti až šedesáti pěti procenty a u dřevin může dosáhnout hodnot i devadesáti procent (obsah vody u dřevin závisí na jejich zpracování prováděné v různých ročních obdobích a na délce skladování). [10]

Voda je v biomase vázaná několika způsoby: [2]

1) *Voda volná a vázaná:* má největší podíl z celkového obsahu a z paliva ji odstraníme odpařováním, filtrací nebo odstředováním.

- 2) *Voda kapilárně vázaná:*
- a) hrubá – suší se vzduchem
 - b) hygroskopická – sušení při teplotě 105°C
 - c) okludovaná – uvolňuje se při rozkladných teplotách

Novodobá energetická zařízení však nemohou biopaliva s takovým obsahem vody spálit. Doporučená hodnota obsahu vody je maximálně třicet procent, u dřevin a u stébelnin je to dvacet procent. [11]

2.3.2 Obsah popela

Popel: tuhý zbytek z popelnin, který vznikne dokonalým spálením paliva při teplotách až $800 \pm 25^\circ\text{C}$. [2]

Popelniny: látka obsažená v palivu před jeho spálením. Skládá se z křemičitanů, síranů a uhličitanů. Spálením se rozkládají na dvě části: [2]

- a) těkavé zplodiny
- b) netěkavé zplodiny

Obsah popela je u biopaliv nižší než u klasických fosilních paliv. U stébelnin tvoří popel až 6 procent a u dřevin 0,5 – 1 procento. [11]

Díky různorodému složení popela mají jeho zbytky charakteristické vlastnosti. Zejména jsou to výborná minerální hnojiva. [2]

2.3.3 Výhřevnost

„Výhřevnost paliva Q_i^r [KJ/kg] je množství tepla uvolněné při dokonalém spálení měrné jednotky paliva při ochlazení spalin na 0°C , přičemž vlhkost paliva zůstane ve spalinách jako vodní pára.“ [2]

Výhřevnost je závislá na obsahu vody v palivu. U dřevního materiálu nerozlišujeme dřevo měkké a tvrdé. Obojí má přibližně shodnou výhřevnost, ale vždy záleží na dalších různých faktorech. [10]

Vlhké dřevo má výhřevnost okolo 6 – 8 MJ/kg a suchá sláma 14,5 MJ/kg. V ideálním případě má dokonale suchá biomasa výhřevnost až 18 MJ/kg, což jsou vyšší hodnoty, než má kvalitní hnědé uhlí. [11]

Ve většině případů se však nedá dosáhnout ideálně suché biomasy, vždy bude obsahovat nejméně 10 procent vody a jejich výhřevnost se tedy nevyrovná ani celé polovině výhřevnosti ropných paliv. [12]

2.3.4 Prchavá hořlavina

Jedná se o množství plynné látky uvolněné z hořlaviny paliva při jeho zahřívání za nepřístupu vzduchu. Obsah prchavé hořlaviny v palivu závisí na jeho geologickém stáří. Čím je palivo mladší, tím má vyšší obsah prchavé hořlaviny. Nejvíce prchavé hořlaviny tedy obsahuje rašelina a dřevo. Obsah prchavé hořlaviny v palivu stabilizuje spalovací proces a geologicky starší paliva se zapalují snadněji. Pokud prchavá hořlavina nevyhoří, ať už důsledkem malého prostoru ohniště, nedostatkem kyslíku nebo ochlazením hořlavých plynů pod spalovací hodnotu, začnou se tvořit saze a dochází k hoření čadivým plamenem.[2]

2.3.5 Obsah síry

Síra je nekovový prvek převážně žluté barvy. Je reaktivní a přímo se slučuje s většinou prvků. Je špatným vodičem tepla a elektřiny. [9]

Síra je v palivu nežádoucí. Obsah síry v palivu udává součet síry spalitelné a síry nespalitelné. Síra spalitelná reaguje s příměsemi na oxidy siřičité a sírové a v konečném stádiu spolu s vodní párou vzniká kyselina sírová, která má korozivní účinky na většinu železných částí kotlů. Hoří modrým plamene. Nespalitelná síra přechází do tuhých zbytků spalování a je odstraňována ve formě strusky nebo škváry. Předností biopaliv ale je, že obsažená síra v palivu je jen ve stopovém množství a její emise tak nepředstavují v limitních hodnotách žádné nebezpečím. Výjimkou může být jediné bylinná biomasa, která někdy dosahuje i hodnot 0,25 procent, což je srovnatelné množství obsažené v kvalitním černém uhlí. [2]

Jinými faktory ovlivňující vlastnosti biopaliv jsou některé další prvky, které se v palivech nachází v malých koncentracích. Asi nejvýznamnějšími z tohoto minima jsou uhlík a dusík.

Uhlík je nositelem tepelné energie a v palivu je ve formě organických sloučenin. Tento prvek spolu s přiváděným vzduchem může tvořit emise oxidu uhelnatého a uhličitého. Aby se zabránilo vysokým koncentracím těchto emisí, je potřeba spalovat biomasu v kotlích, které jsou přímo určeny ke spalování biomasy. Bylo dokázáno, že spalovaná biomasa v moderních kotlích, avšak v kotlích které mohou spalovat i fosilní paliva, překročila emisní faktory oxidu uhelnatého až osmnáctkrát [13].

Dusík je jediný prvek, který se přímo neúčastní hoření. Avšak jako příměs je málo žádaný, protože snižuje obsah ostatních prvků, což znamená, že snižuje celkovou výhřevnost paliva [2]. Spolu s kyslíkem a díky vlivu teploty ve spalovací komoře vznikají emise oxidů dusíku. Při spalování biomasy v kotlích o větším výkonu dochází ke vzniku vyšších koncentrací oxidů dusíku, protože zde je vyvinuta větší teplota ve spalovací komoře, ale ve srovnání s fosilními palivy biomasa nepřekračuje předepsané emisní faktory oxidů dusíku. [13]

2.4 Výhody a nevýhody

Jako každá věc má své záporné stránky, tak i problematika biomasy a biopaliv se bez nich neobejde. Z těch záporných stránek se jedná zejména o vliv biomasy na cenu potravin, o vliv na rozvoj zemědělství nebo na údajné snížení skleníkových plynů.

Dnes s jistotou můžeme říci, že prvotní argument, o snížení poptávky ropy díky používání biopaliv neplatí, neboť biopaliva nejsou schopná v současné době pokrýt tak vysokou poptávku. Jediným vlivem na snížení spotřeby ropy je její vzrůstající cena. [14]

Díky velkému rozkvětu biopaliv na světových trzích se začaly současně zvedat i ceny potravin. Podle některých názorů za tento růst mohou biopaliva pouze okrajově, ale jiné názory tvrdí (D. Mitchell), že až za 70 procentním nárůstem cen potravin je zvýšená poptávka po produktech na výrobu biopaliv. A je tomu skutečně tak. Ukažme si to na příkladu obilnin. Z počátku byly obilniny pěstovány převážně pro potravinářské účely a byl jich dostatek. Se zvyšující se poptávkou po plodinách k výrobě biopaliv se část vypěstovaných obilnin dala k dispozici energetickému průmyslu a k potravinářským

účelům tak zůstala jen pouhá část. Později se další část území pro pěstování obilnin nahradila výhodnějšími energetickými plodinami. Tyto zkušenosti vedly k poznatkům, že obilniny jsou výborné palivo, což vedlo k myšlence, že by se daly zvednout ceny obilnin, ať už pro průmyslové nebo potravinářské účely. Tento fakt přispěl ke zvýšení cen potravin, které se dnes vyrábí už jen s poměrně části celkové produkce obilnin. [15]

Vlády se nepozastávají nad tím, že je něco špatně. Pro ně je přednější vlastní zisk. Pokud se nepozastaví upřednostňování průmyslu před základními lidskými potřebami, mnoho lidí tak skončí daleko pod hranicí chudoby. [14]

Se zvyšováním cen potravin a tedy s rozšiřováním plodin pro energetické účely (sojové boby, řepka olejná, kukuřice) souvisí zabírání nové půdy. Nejenže energetické plodiny jsou náročné pro samotnou půdu, ale jejich pěstování musí ustoupit značné plochy lesů, pralesů a samozřejmě i deštných lesů. A s tím souvisí ohrožení biodiverzity určitých oblastí. S rozšiřováním zemědělství může dojít k vyhubení dnes již velmi ohrožených druhů živočichů. [15]

Posledním negativem v řadě je údajné snižování oxidu uhličitého v atmosféře. Pěstovaná biomasa sice při fotosyntéze oxid uhličitý spotřebovává a při jejím spálení se do ovzduší nedostávají další škodlivé látky, avšak samotné pěstování se děje na úkor kácení tropických deštných pralesů a vysoušení mokřadů, které byly schopny zužitkovat mnohem větší množství oxidu uhličitého než energetické plodiny. Tímto faktem vzniká tak zvaný „biopalivový uhlíkový dluh“, kdy se do ovzduší díky pěstování energetických plodin dostává sedmnáctkrát až čtyřicetkrát více oxidu uhličitého. [15]

I přes veškeré negativa mají biopaliva své kladné stránky a to především ve využití. Možnost využívat biomasu jako palivo do dieselových motorů, nebo jako bioplyn, přináší z větší části užitek životnímu prostředí. Zatím se nedá hovořit o tom, že by biopaliva měla vliv na snižování skleníkových plynů v celosvětovém měřítku, ale v zemích (jako je Dánsko a Francie), kde se využívá hojně spalování biopaliv, jsou již určité pokroky znát.

2.5 Využití biomasy

Biomasa je v současné době chápána jako jedna z možností náhrady fosilních paliv pro výrobu elektrické i tepelné energie, ať už jako samostatné palivo nebo aditivum při spalování černého nebo hnědého uhlí.

Další alternativou jsou biopaliva pro pohon automobilů a jiných zařízení, která ke svému chodu potřebují naftu. V následujícím textu uvedu jako příklad využití syntetické dieselové palivo a bioplynové stanice.

2.5.1 Syntetické dieselové palivo

Biodiesel je ekologická alternativa paliva pro dieselové motory, založená na bázi rostlinných olejů. Jedná se o čisté palivo bez nečistot a většinou zbarvené dožluta. Pokud dojde ke styku s půdou, palivo se rozkládá a nedochází k ekologickým katastrofám, ovšem musí se jednat o čistý biodiesel (v příměsi s klasickou motorovou naftou samorozkladné procesy neprobíhají).[16]

Jedná se o dieselové syntetické palivo, označené BTL (biomass – to – liquid), vyráběné z dřevin, travin a slámy neboli z tzv. pevné biomasy. Toto syntetické palivo bývá často nazýváno jako „sluneční palivo“ (sunfuel). [17]

Nápad výroby paliva z biomasy získal své kořeny už v roce 1938, kdy díky krizi na energetických trzích, byla snaha zplyňovat hnědé uhlí za vzniku syntetického plynu složeného převážně z vodíku, oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého. Tento vývoj bohužel zůstal ve svých počátcích, neboť do světové energetiky masivně vtrhla ropa.

Pozdější využití biopaliv začalo znovu nabývat na síle, protože ceny ropy značně rostly. Tento rozkvět bohužel trval jen chvíli. Uběhlo asi dvacet let, než začala v současné době biomasa nabývat na významu. Ovšem i v dnešní době tvoří využití biomasy jako dieselových paliv pouhé dvě procenta v tržním hospodářství. [18]

Syntetické dieselové palivo by se mělo používat především v automobilovém průmyslu, kde je o něj v poslední době obrovský zájem. Automobilové koncerny, jedná se například o Volkswagen a Daimler Chrysler, v něm vidí budoucnost pro automobily, čemuž nasvědčují i některá kladná stanoviska vlády. Odborníci těchto koncernů se shodují na tom, že využíváním paliva z biomasy se jednak sníží spotřeba ropy, potřebná k výrobě benzínu a nafty, ale také se umožní konstruování motorů, které budou nejen výkonnější, ale hlavně čistší. K výrobě BTL by mělo docházet zplyňováním pevné biomasy (převážně ze dřeva). Avšak má to své záporné stránky, neboť dřevo tvoří pouhou část biomasy a v současné době nelze mluvit o tom, že by se dřevo záměrně pěstovalo jen pro tyto účely. [17]

Druhým možným zdrojem jsou tzv. energetické plodiny, z kterých se vyrábí biodiesel zvaný MEŘO (methylester řepky olejné). Vyrábí se z řepky olejné, která je považována jako velmi vhodný zdroj, kdy se po rafinaci získává čistý methylester řepky olejné. MEŘO má lepší emisní předpoklady než klasické motory na naftu. Má nižší emise oxidů uhlíku a síry, ale nepatrně vyšší emise oxidů dusíku. Jinak je MEŘO netoxický a neobsahuje těžké kovy ani zdraví škodlivé látky. [19]

Vedlejší negativní účinky mají na svědomí to, že spalování biodieslu způsobuje větší zápach než u klasických paliv a v zimních měsících, již při teplotě 5 °C dochází k problémům s nastartováním vozidla. [20]

Všechny uvedené argumenty znamenají, že produkce biopaliv, poroste jen velmi minimálním tempem. Jejich výroba je velmi nákladná a zpracovávání může představovat zátěž na životní prostředí.

2.5.2 Bioplynové stanice

V současnosti dochází k rozvoji staveb bioplynových stanic, které umožňují efektivně zpracovávat odpadní biomasu (jsou tím myšleny odpady z lesnictví, dřevozpracujícího průmyslu, ale i z hospodářských podniků). Bioplynová stanice je tvořena fermentační nádrží, která se násypkou naplní odpadní biomasou. Tato nádrž je obklopena teplovodním vedením, protože se v nádrži musí udržovat stanovená teplota pro jednotlivé druhy suroviny. V procesu fermentace vzniká bioplyn, který je odváděn do sousedního plynového zásobníku a dále vzniká sušina na dně fermentační nádrže. Sušina je skladována a může se využívat jako velmi dobré hnojivo. [21]

Bioplyn je tvořen z šedesáti pěti procent methanem a vodíkem a dále z nepatrného množství oxidu uhličitého a oxidu siřičitého. Může se vyrábět z kejdy hospodářských zvířat, z čerstvého hnoje (s převahou slámy) a z čistírenských kalů. Jeho výhřevnost dosahuje sedmdesáti procent výhřevnosti zemního plynu. [20]

Na obsahu methanu a původu kejdy závisí výhřevnost bioplynu. Výhřevnost kejdy skotu se pohybuje v rozmezí od 19,6 do 21 MJ/m³ a výhřevnost z kejdy prasat a drůbeže 22 až 23 MJ/m³. [22]

2.5.3 Sláma jako palivo

V posledních letech se začala hojně využívat sláma jako palivo pro výrobu energie. Přispěly k tomu ekologické i ekonomické aspekty, jako například, že slámu je zakázáno pálit na polích a také protože se jedná o ziskový zdroj i při nízké účinnosti. [23]

Sláma se často používá v menších oblastech, například vesnice nebo menší obce, kde je náhrada za fosilní paliva potřeba, ale kde se neuvažuje o zavedení vytápění na zemní plyn, neboť je to velmi nákladné.[4]

Z celkové úrody se však pro energetický průmysl využívá jen třicet procent, a to z důvodu, aby nedošlo k ohrožení úrodnosti půdy [23]. Sláma obsahuje sedmdesát až osmdesát procent zplyňujících těkavých látek. Vždy se spaluje spolu se dřevem, ale nikdy se nesmí spalovat v kotlích na fosilní paliva. Suchá sláma má výhřevnost až 14,5 MJ/kg. Jedinými negativy tohoto využití se jeví problémy se zavedením vhodných technologií, které by měly co možná nejvyšší účinnost, ale malé množství vypouštěných emisí. Jedná se ekonomicky problém zvláště v menších a ne příliš bohatých vesnicích.[4]

Kolem roku 1993 bylo v Dánsku používáno kolem stovky kotlů s 2 – 10 MW výkonem, které spalovaly slámu. Je to dáno tím, že jejich dostupnost k fosilním palivům je velmi omezená, musí se dovážet z okolních zemí.[23]

Využíváním této technologie dokázali v Dánsku do roku 2006 nahradit 1,4 procenta spotřeby energie a do budoucna je plánováno nahradit až 7 procent energie z fosilních paliv.[4]

3 Legislativa

Většina právních předpisů naší země, týkající se biomasy a energie z ní vyrobené se odvíjí ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES *„o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie (OZE) na vnitřním trhu s elektřinou“*, jejíž účelem je podpora využívání obnovitelných zdrojů energie (OZE) v rámci celého evropského společenství. U nás OZE charakterizuje především Zákon č. 180/2005 Sb. *„o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)“*, který má zajistit šetrné využívání OZE a snížit spotřebu primárních energetických zdrojů. Dále měla za úkol do letošního roku zvýšit podíl OZE na výrobu energie až na 8 procent. A dále jsou zde dvě vyhlášky, a to Vyhláška č. 482/2005 Sb. *„o stanovení druhů, způsobu využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, ve znění vyhlášky č. 5/2007 ze dne 21. prosince 2006“*, která uvádí veškeré parametry využívání biomasy a podrobně kategorizuje druhy biomasy, které spadají do podpory výroby elektřiny. A Vyhláška č. 502/2005 Sb. *„o stanovení způsobu vykazování množství elektřiny při společném spalování biomasy a neobnovitelného zdroje“*, stanovující způsob spolužalování OZE a fosilních paliv a další způsoby využití. [1]

Uvádím zde výtah (tabulka č. 6) z přílohy č. 1 vyhlášky č. 482/2005 Sb., zařazení druhů biomasy, které jsou předmětem podpory, do jednotlivých skupin kategorií. Avšak některé z řady uvedených druhů je z hlediska životního prostředí nebezpečná surovina a je považována za odpad, který je možno spalovat pouze ve spalovnách odpadů nebo v zařízeních povolených pro spoluspalování odpadů. Takováto zařízení musí být vybavena řadou dalších technologií na vstupu i výstupu oproti klasickým kotlům na spalování paliva. Jedná se například o kaly z čistíren odpadních vod nebo komposty. Jejich spalování pak podléhá těm nejprísnejším podmínkám.

Tabulka 6: Zařazení druhů biomasy, které jsou předmětem podpory, do jednotlivých skupin kategorií[1]

Kategorie	Popis druhu biomasy
1	a) cíleně pěstované energetické plodiny (jednoleté, dvouleté a víceleté byliny a zemědělské plodiny), tj. plodiny, jejichž hlavní produkt (z nich vyrobený) je primárně určen k energetickým účelům, a biopaliva z nich vyrobená
	b) obiloviny a olejnin pěstované pro nepotravinářské využití, pouze pokud je energeticky využita celá rostlina (zrno a sláma) a biopaliva z nich vyrobená, přičemž v průběhu zpracování na palivo nesmí dojít k oddělení zrna a slámy nebo semene a slámy
	c) cíleně pěstované energetické dřeviny, tj. dřeviny vypěstované mimo lesní půdu, jejichž hmota, vyjma asimilačních orgánů, je zcela využita k energetickým účelům a biopaliva z nich vyrobená
2	a) sláma obilovin a olejnin, sláma kukuřice na zrno a biopaliva z ní vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů z jejich zpracování
	b) znehodnocené zrno potravinářských obilovin a semeno olejnin, a biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů z jejich zpracování
	c) ostatní rostlinná pletiva, rostliny a části rostlin použité jako biopaliva, jejich vedlejší a zbytkové produkty, biopaliva z nich vyrobená
	d) rostliny uvedené v příloze č. 2 této vyhlášky, avšak pouze v případě, pokud se jedná výlučně o využití biomasy vzniklé odstraněním těchto rostlin na jejich stávajících stanovištích, a biopaliva z nich vyrobená
	e) ostatní zbytková biomasa v podobě kalů z praní, čištění, extrakce, loupání, odstředování a separace, včetně zbytkové biomasy ze zpracování ovoce, zeleniny, obilovin, jedlých olejů, kaka, kávy a tabáku, z mlékárenského, konzervářského, cukrovarnického, pivovarnického a tabákového průmyslu, z výroby droždí a kvasničního extraktu, z přípravy a kvašení melasy, z pekáren a výroby cukrovinek, výroby alkoholických a nealkoholických nápojů a další biomasa, která je nevhodná ke spotřebě nebo pro další zpracování a dále biopaliva z ní vyrobená
	f) travní hmota z údržby trvalých travních porostů a z biomasy z údržby veřejné i soukromé zeleně, včetně údržby tratí, vodotečí, ochranných pásem apod., kromě dřeva, v případě přímého termického využití pouze paliva z ní vyrobená
	g) zbytková hmota z těžby dřeva, tzv. nehroubí, tj. dřevo do průměru 7 cm, biopaliva z ní vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejího zpracování (tzv. zelená štěpka), hroubí do délky 1 metru, biopaliva z něho vyrobená a vedlejší zbytkové produkty jejího zpracování, biomasa z probírek a prořezávek (vzniklá v lese), dřevní hmota z údržby veřejné i soukromé zeleně (včetně tratí, vodotečí, rozvodů elektřiny apod.), biopaliva z této zbytkové hmoty vyrobená (tzv. zelená štěpka apod.) a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování, jinak nevyužitelné dřevo a biopaliva z něj vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jeho zpracování
	h) použité dřevo, použité výrobky vyrobené ze dřeva a dřevěných materiálů, dřevěné obaly, při splnění ostatních požadavků, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jeho zpracování
	i) zbytková dřevní hmota vznikající při výrobě celulózy, vyjma kůry, biopaliva z této zbytkové dřevní hmoty vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jejího zpracování
	j) kompost nevyhovující jakostí nebo určený k energetickému využití (energetický kompost) a tvarované nebo jiné biopalivo z něj vyrobené, vyplozené substráty z pěstování hub v podobě energetického kompostu
	k) biopaliva vyrobená z kalů z čištění odpadních vod, vzniklých v aeračních nádržích při biologickém zpracování odpadních vod nebo při biologickém procesu čištění a separovaných sedimentací nebo flotací s vyloučením ostatních kalů a usazenin z vodních těles
	l) výmět z rozvlákňování odpadního papíru a lepenky, výměťová vlákna a biopaliva z nich vyrobená

	m) druhotně nevyužitelný papír a lepenka a biopaliva z nich vyrobená
2	n) kaly z mechanického oddělování obsahující vlákna a biopaliva z nich vyrobená
	o) vlákninové kaly vznikající v sedimentačních nádržích při čištění odpadních vod z produkce papíru a celulózy separované sedimentací nebo flotací, výplně povrchové vrstvy z mechanického třídění a biopaliva z nich vyrobená
	p) deikingové kaly
	q) zbytková biomasa z kožedělného a textilního průmyslu a biopaliva z nich vyrobená
3	a) piliny, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování
	b) hobliny, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty z jejich zpracování
	c) bílá a hnědá štěpka vzniklá při pilařském zpracování odkorněného a neodkorněného dřeva
	d) odřezky a dřevo určené pro materiálové využití, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jejich zpracování
	e) materiál vznikající při pilařském zpracování dřeva, tj. zejména krajiny, odřezy, řezivo, biopaliva z nich vyrobená a vedlejší a zbytkové produkty jeho zpracování
	f) palivové dřevo
	g) sulfátový, sulfitový výluh, surové tálové mýdlo a biopaliva z nich vyrobená
4	a) zbytkový jedlý olej a tuk, směs tuků a olejů z odlučovače tuků obsahující pouze jedlé oleje a jedlé tuky a dále biopaliva z nich vyrobená, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování
	b) zbytkové produkty z destilace lihu, výpalky a obdobné rostlinné zbytky a vedlejší produkty z rostlin a dále biopaliva z nich vyrobená, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování
	c) rostlinné oleje a živočišné tuky s výjimkou živočišných tuků podle právního předpisu evropských společenství a palivo vyrobené výlučně z rostlinných olejů nebo živočišných tuků
	d) alkoholy vyráběné z biomasy
	e) ostatní kapalná biopaliva
	f) kůra
5	a) zpracované produkty pocházející z živočišných materiálů kategorie 2 a 3, podle právního předpisu evropských společenství, nezpracovaných živočišných materiálů, z praní a čištění živočišných tkání kategorie 3, podle právního předpisu evropských společenství, mléka, mleziva, hnoje a obsahu trávicího traktu vyjmutého z trávicího traktu, vše kategorie 3, podle právního předpisu evropských společenství, v případě těchto materiálů kategorie 2 podle právního předpisu evropských společenství, tj. pouze pokud jsou předem tepelně zpracovány a dále biopaliva vyrobená z těchto materiálů, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování (biopaliva a vedlejší produkty z materiálů kategorie 2)
	b) masokostní moučka pouze kategorie 2 a 3 podle právního předpisu evropského společenství a biopaliva z ní vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování
	c) kafilerní tuk pouze kategorie 2 a 3 podle právního předpisu evropských společenství a biopaliva z něj vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování
	d) zemědělské meziprodukty z živočišné výroby vznikající při chovu hospodářských zvířat, včetně tuhých a kapalných exkrementů s původem z živočišné výroby a včetně znečištěné slámy a biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování
	e) biologicky rozložitelné zbytky z kuchyní a stravoven a biopaliva z nich vyrobená a včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování
	f) biologicky rozložitelná část vříděného průmyslového a komunálního odpadu pocházející z odděleného sběru nebo procesu mechanicko-biologické úpravy, s vyloučením biomasy zpracovávané v procesu čištění odpadních vod a dále biopaliva z nich vyrobená včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování

S pojmy biopaliva, biomasa a fosilní paliva se nespojují jen právní předpisy zaměřené na energetické využití, ale také zákony a vyhlášky vztahující k posuzování vlivů na životní prostředí. Zákon č. 114/1992 Sb. „o ochraně přírody a krajiny“ určuje povinnosti obcí, krajů, vlastníků, aby udržovaly a obnovovaly přírodní rovnováhu a šetrně hospodařili šetrně s přírodními zdroji. Druhým důležitým zákonem je zákon č. 86/2002 Sb. „o ochraně ovzduší“, který vymezuje práva a povinnosti před vnášením znečišťujících látek způsobených lidskou činností do ovzduší. A s tímto zákonem úzce související Nařízení vlády č. 350/2002 Sb., které stanovuje emisní limity a podmínky způsobu sledování a posuzování kvality ovzduší.[24]

4 Termická přeměna biomasy

Spalování je: „oxidace látek až na konečné zplodiny reakce s maximálním uvolněním tepla.“ [2]

Během procesu spalování probíhá mnoho odlišných reakcí jako například exotermické oxidační reakce, endotermické reakce tepelného rozkladu nebo výměna hmot a tepla. [2]

Aby došlo k dokonalému spálení biomasy, musí být zajištěná dobrá výhřevnost paliva, kterou udávají plyny uvolňující se z paliva s různými spalovacími teplotami. Pokud není dosaženo dostatečné výhřevnosti, dochází k tomu, že část paliva neshořela a zůstává zbytečný odpad. [23] K zajištění vyšší výhřevnosti je ideální spalovat biomasu spolu s fosilními palivy.[25]

Avšak základní podmínkou pro dokonalé spalování je dodržení pravidla tří T, jehož význam platí pouze v anglickém překladu, které musí splňovat dostatečnou Temperature (Teplota) – Turbulence – Time (Čas) [23]

Dosáhnutí teploty kolem devíti set stupňů Celsia, aby došlo ke spálení i těch nejtěžších plynů, je podmíněno dokonalým předsušením použitého paliva „*neboť čím nižší je teplota spalován, tím nižší je teplota v komíně.*“ Dopomoci nám také může turbulence vháněného vzduchu, který se smíchá se spalovanými plyny. Vháněný vzduch nesmí překračovat poměr spalovaných plynů, jinak by došlo k zániku. Tento poměr je určen vždy daným výkonem kotle. Ani jedna z těchto dvou zmíněných podmínek se nesmí podcenit, a proto důležitou roli hraje čas, během kterého se v kotli musí udržet konstantní teplota a tím dojde k dokonalému spálení všech plynů. [23]

Splněním všech výše uvedených podmínek dojde k přeměně biopaliv na tepelnou energii, kterou člověk potřebuje nejvíce a je jednodušší pro další distribuci, nebo na energii elektrickou. Její výroba a rozvod je pro větší zařízení obtížnější a proto se lépe uplatní buď v samostatných rodinných domech, nebo pro velmi malé okruhy tepelného či elektrického rozvodu. [26]

Energie získaná spalováním biopaliv je nejvýhodnější způsob pro malé domácnosti s vlastním kotlem o maximálním výkonu několika set kW. Tím se domácnost odloučí od centrální vytápění a ušetří tím snad i poměrnou finanční částku.

Připojením na centralizované vytápny, kde se spaluje biomasa, je v současnosti nejistá investice, neboť rozvod energie po okolí je velmi nákladný na vybudování technického zázemí a také se spalovaná biomasa nemá kde skladovat, aniž by došlo k jejímu znehodnocení. Jedinou alternativou podobnou centralizovaným vytápěním je průmyslové vytápění, kdy zemědělské, potravinářské či dřevozpracující průmysly umí dostatečně využít svých biologických odpadů a vyvinou energii pro svůj podnik, ale zároveň i pro nejbližší okolí. Nejenže se osamostatní, ale zároveň si můžou zlepšit finanční situaci. [25]

Perspektivním řešením pro výrobu tepla a elektrické energie je zplyňování. Proces probíhá v redukční atmosféře za teplot, při kterých hořlavé složky už dále nereagují s kyslíkem. Účinnost zplyňování je ve většině případů 80 až 85 procent, ale výhřevnost plynu je pouze 5 až 6 MJ/m³. Hlavním cílem zplyňování je zajištění maximální výtěžnosti hořlavých plynů. Největšími výhodami procesu zplyňování jsou velmi nízké náklady při rekonstrukci kotlů při přechodu na spalování dřevního odpadu. Vzniklý dřevní plyn se po vyčištění může využívat jako pohon do plynových motorů nebo turbín [27]

4.1 Příprava biopaliva

Většina biomasy, ať už se jedná o bylinnou nebo dřevní, musí být předem upravena. Hlavní úpravou se rozumí zejména drcení, rozmělnění, třídění a u převážné většiny i její sušení. [27]

V mnoha případech tyto procesy stačí a biomasa se spálí ve stavu v jakém po drcení a mletí zůstala. Takto upravené palivo vyhovuje zejména teplárnám, elektrárnám a podnikům s větším obsahem a výkonem kotlů.

Pro efektivnější vzhled biopaliv se však využívá procesu peletizace a briketování. Takto upravené palivo se využívá především pro domácí účely, ať už do malých kotlů či krbů.

4.1.1 PELETIZACE

Nejvhodnějším materiálem pro tvorbu pelet je dřevní hmota, která se musí vysušit (v současné době se nejvíce využívá sušení horkým vzduchem) aby v surovině byl obsah vody maximálně deset procent. Takto vysušená surovina prochází drtičem, který vytvoří rozměrově jednotnou směs. Samotná peleta vzniká protlačováním materiálu přes matici,

která obsahuje otvory potřebného průřezu, kde vzniká teplo a začne se uvolňovat lignin, který drží peletu v daném tvaru a po vychladnutí udává i její pevnost. Tvar pelet je různorodý, ale zpravidla jsou kruhového průřezu a jejich délka je 1 až 5 centimetrů. Výhřevnost pelet je v rozmezí 18 – 19 MJ/kg a obsah popela činí 0,5 – 1 %, který se ukázal být výborným minerálním hnojivem. [2]



Obrázek 1: Tmavá dřevěná peleta [28]

4.1.2 BRIKETOVÁNÍ

„Briketování je lisování drceného sypkého materiálu (většinou uhlí, odpadu nebo biomasy) pod tlakem tzv. briketovacího lisu. Lisuje se buď jen tlakem bez příměsí anebo s organickými lepidly.“[29]

Samotný proces probíhá při tlaku 400 MPa a teploty 70°C, kdy dochází k objemové redukci suroviny. Produktem jsou brikety různých tvarů (tvar záleží na briketovacím lisu) mají výhřevnost 18 – 20 MJ/kg a 0,5 - 2 % popela. Jedny z nejkvalitnějších briket jsou válcovitého tvaru s otvorem uprostřed, který umožňuje lepší hoření, a jejich výhřevnost se pohybuje v hodnotách okolo 33 MJ/kg. Jsou to tzv. krbové brikety. [2]



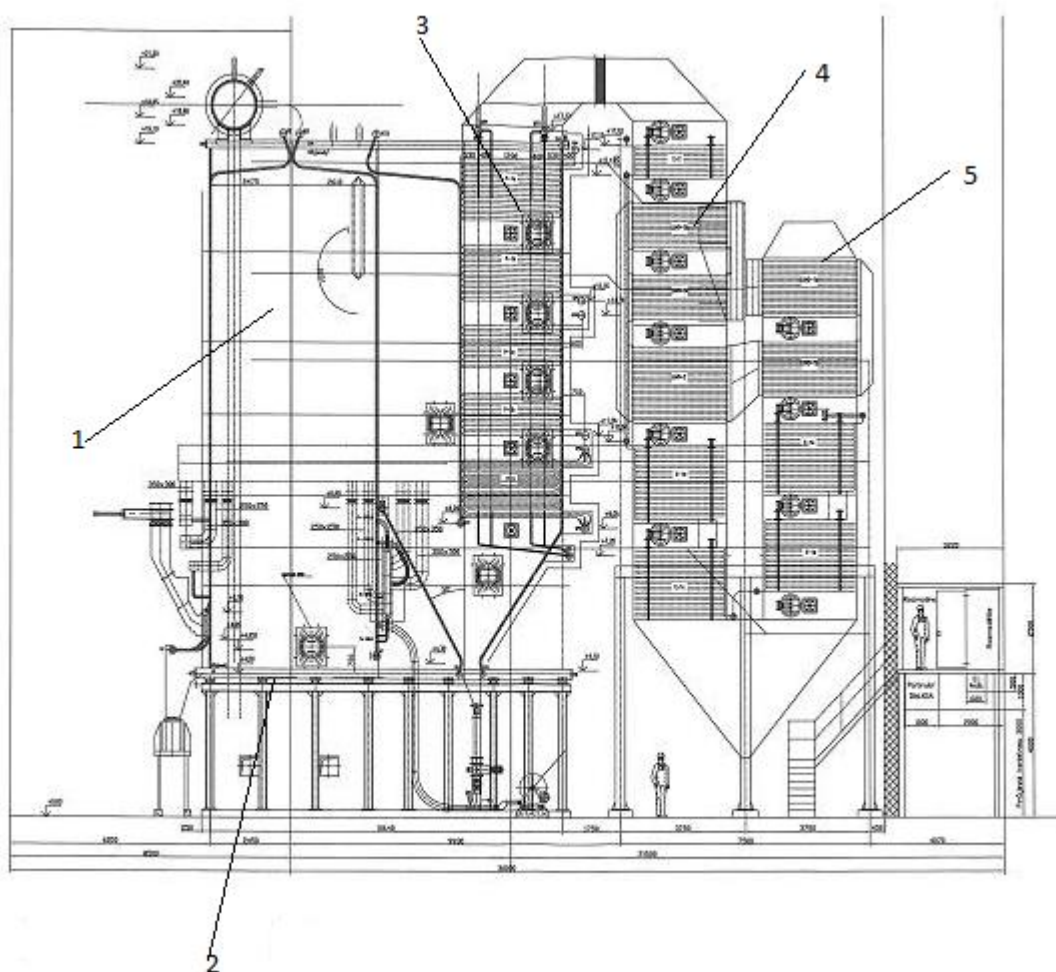
Obrázek 2: Bylinné brikety [28]

4.2 Kotle vhodné pro spalování biomasy

Pro dokonalé spalování biomasy, je zapotřebí vybavit podniky a domácnosti kotli, které splňují technické parametry a zároveň emisní a ekonomické podmínky. Pro zabezpečení co nejmenšího úletu popelovin do ovzduší jsou kotle vybaveny zařízením na odstraňování popílku (například tkaninové nebo cyklonové filtry).[3]

4.2.1 Biokotel v Krnově

V únoru tohoto roku akciová společnost Dalkia Česká republika oficiálně uvedla do provozu biokotel v Krnově. Tomuto spuštění předcházely měsíce zkušebního provozu. Tento kotel je určen výhradně k spalování biomasy (dřevní štěpka, kůra, piliny, různé druhy šrotu, šťovíku a odpady z výroby cukru a ekolihu). Lze ho také použít k výrobě tepelné i elektrické energie.



Obrázek 3: Řez kotlem na biomasu v Krnově[30]

Popis řezu kotlem na biomasu v Krnově:

- 1) zásobníky na palivo, 2) rošt, 3) ohříváče vody (ekonomizéry), 4) ohříváče vzduchu (luwo), 5) odvod spalin

Hlavními důvody proč byl biokotel uvedený do provozu bylo snížení emisí CO_2 , SO_2 , NO_x , dále snížení produkce popela a hlavně využití místní dostupné biomasy.

Jedná se o roštový typ kotle s výkonem 28 MWt, který vyrobí 35 t/h páry o teplotě 445 °C a její tlak je 3,73 MPa. Odhaduje se, že ročně biokotel spálí kolem 80 tisíc tun biomasy. [30]



Obrázek 4: Kotelna na biomasu v Krnově[30]

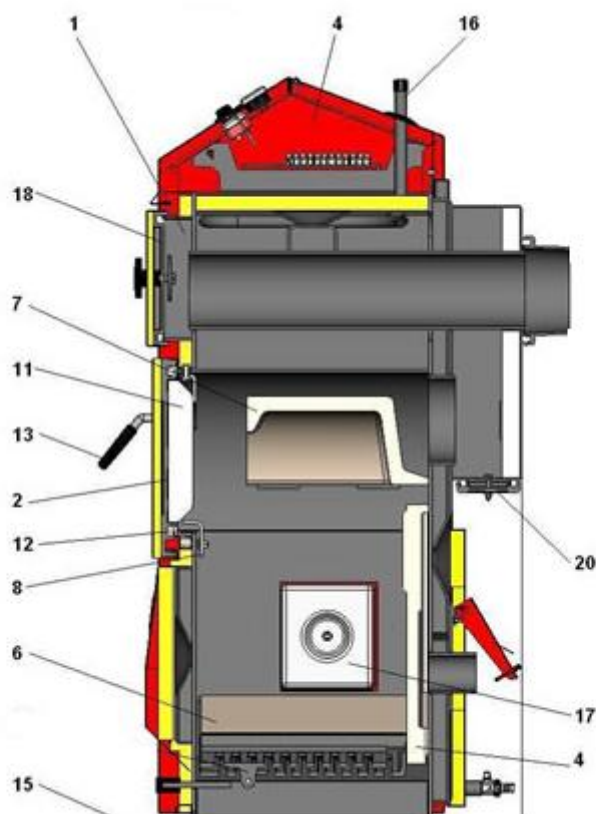
4.2.2 Kotel na pelety ATMOS

Tento kotel je plně automatizovaný. Ze zásobníku na pelety (o velikosti až 1000 litrů) se po iniciaci pelety nasypou do trubice hořáku, který je sám zapálí pomocí tepelné spirály. Po rozhoření pelet si kotel automaticky nastaví výkon, kterým bude vytápěn celý

dům. Po dokonalém vytopení domu se kotel sám vypne. V tomto stavu setrvává do doby, než dostane pokyn z čidel a proces se opakuje v pravidelných cyklech.

Velkým kladem kotlů ATMOS je 91 až 93 procentní účinnost a malá spotřeba paliva. Kotle jsou vybavené chladicí smyčkou, která zabraňuje přetopení domu. Jedná se o kotle ekologického spalování (podle normy ČSN EN 303 -5 třídy 3). [31]

D 15 P



Obrázek 5: Kotel na pelety ATMOS typ D 15 P [31]

Popis kotle ATMOS:

1) Těleso kotel, 2) plnicí dvířka, 3) popelník, 4) ovládací panel, 5) regulační klapka, 6) žáruvzdorná tvarovka – dno topeniště, 7) žáruvzdorná tvarovka – vrchní kul. prostor, 8) clona topeniště, 9) teploměr – termostaty a vypínače, 10) regulátor výkonu Honeywell FR 124, 11) výplně dvířek – Sibal, 12) těsnění dvířek 18 x 18 mm, 13) uzávěr, 14) žáruvzdorná tvarovka – zadní čelo kul. prostoru, 15) šoupě – regulátor primárního vzduchu, 16) chladicí smyčka, 17) otvor pro hořák, 18) čistící víko, 19) brzdič, 20) čistící víko

5 Závěr

V posledních letech se rozšířil názor, že by se uhelné a ropné zdroje (obzvlášť teď, kdy se jejich zásoby ztenčují) nahradily spalováním biomasy nebo využitím zemního plynu. Z počátku se to jevilo jako dobrý nápad, ale po důkladnějším prozkoumání se ukázalo, že biomasa ani zemní plyn nemohou nikdy nahradit fosilní paliva v jejich stoprocentním rozsahu.[32]

Biopaliva jsou sice jednou z možných náhrad dosavadních zdrojů energie, ale nelze s nimi počítat v plném rozsahu i do budoucna. Podle daných norem Evropské unie měl náš stát do tohoto roku využívat 5,7 procent biomasy jako příměs do motorové nafty a do roku 2020 se má tento podíl zvednout až na deset procent. Kapacita orné půdy v naší republice pro pěstování biomasy (ať už se jedná o cíleně pěstované energetické plodiny, nebo suroviny určené k potravinářské výrobě a jejich zbytky dále pro energetické účely) je dostačující a dokázaly bychom pokrýt i větší množství využití než určených 10 procent. Ale ani tato produkce nebude stačit, aby nahradila fosilní zdroje, a proto je nutné se dále zabývat ostatními obnovitelnými zdroji energie a pokusit se o jejich kombinovanou výrobu. [33]

Dalo by se říci, že využívání biomasy je výhodnější pro menší obce a vesnice, které se pouze díky své snaze a produkci stávají soběstačnými a v podstatě (energeticky) nezávislými na okolních městech. Biopaliva jsou také přínosem pro automobilový průmysl, neboť jejich využíváním se snižují vypouštěné emise oxidu uhličitého do ovzduší. I když nejde o radikální snížení tohoto polutantu, jedná se o významný krok k dosažení cíle o snížení skleníkových plynů.

Obnovitelné zdroje energie nelze dosud označit jako plnohodnotnou náhradu za fosilní paliva. Proto je nutné postupně nacházet další východiska a nové zdroje paliva, které nebudou tak snadno vyčerpatelné a zejména budou šetrné k naší Zemi.

6 Použitá literatura

- [1] KLOZ, M., MOTLÍK, J., PEETRŽÍLEK, P., TUŽINKSÝ, P. *Využívání obnovitelných zdrojů energie - právní předpisy s komentářem*, Linde Praha, a.s., 2007, 511 s., ISBN 978-80-7201-670-9
- [2] MALAŤÁK, J., VACULÍK, P. *Biomasa pro výrobu energie*, Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008, 206 s., ISBN 978-80-213-1810-6
- [3] MURTINGER K., BERANOVSKÝ J. *Energie z biomasy*, Brno: ERA, 2006, 94 s., ISBN 80-7366-071-7
- [4] WEGER, J., HAVLÍČKOVÁ, K. a kol. *Biomasa*, Průhonice: Výzkumný ústav pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2003, 51 s., ISBN 80-85116-32-4
- [5] MUSIL, I., HAMERNÍK, J. *Jehličnaté dřeviny*, Praha: Academia, 2007, 352 s., ISBN 978-80-200-1567-9
- [6] HORÁČEK, P. *Listnaté stromy v zahradě*, Brno: CP Books, 2005, 90 s., ISBN 80-251-0250-5
- [7] PILÁT, A., *Kapesní atlas rostlin*, Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1988, 248s., ISBN 14-158-86
- [8] HRON, F., ZEJBRLÍK, O., *Rostliny polí a zahrad*, Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1974, 410 s., ISBN 14-510-74
- [9] HÁJEK, B. *Anorganická chemie*, Praha: Nakladatelství technické literatury, 1967, 196 s., ISBN 04-320-67
- [10] Kolektiv autorů *Zdroj energie pro vytápění malých a středních objektů*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2006, 34 s., ISBN 80-248-100?-3
- [11] *Biomasu čeká lepší zhodnocení. Technik*, 2002, Roč.10, č.7, s. 49-50, ISSN 1210-616X
- [12] PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P. *Biomasa*, Praha: FCC PUBLIC, 2004, 288 s., ISBN 80-86534-06-5
- [13] OCHODEK, T., KOLONIČNÝ, J., BRANC, M. *Ekologické aspekty záměny fosilních paliv za biomasu*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007. 144 s., ISBN 978-80-248-1595-4
- [14] HAVEL, P. Biopaliva byla a budou cestou do slepé uličky. *Mezinárodní politika*, 2008, Roč. 32, č. 9, s. 12-14, ISSN 0543-7962
- [15] KOCOUREK, A. BIOiluze globální ekonomiky. *Mezinárodní politika*, 2008, Roč. 32, č. 9, s. 6-8, ISSN 0543-7962
- [16] LISÝ, M., BALÁŠ, M., BOGDÁLEK, J. *Energie z biomasy VII*, Brno: Vysoké učení technické, 2007, 190 s., ISBN 978-80-214-3542-1

- [17] Sluneční palivo – produkt z biomasy. *Technik*, 2005, Roč. 13, č. 6, s. 26, ISSN 1210-616X
- [18] SOETAERT, W., VANDAMME, E. J. *Biofuels*, Wiley, 2008, 234 s., ISBN 978-0-470-02674-8
- [19] Kolektiv autorů *Energie z biomasy VI*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007, 119 s., ISBN 978-80-268-1535-0
- [20] BROŽ, K., ŠOUREK, B. *Alternativní zdroje energie*, Praha: České vysoké učení technické, 2003, 213 s., ISBN 80-61-02802-X
- [21] HORBAJ, P., KUŠNÍR, M. Bioplyn a dřevoplyn v spojení s kogenerací. *Energetika*, 2008, č. 1, s. 15-18, ISSN 0375-8842
- [22] HAVLÍČKOVÁ, K. a kol. *Rostlinná biomasa jako zdroj energie*, Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2008, 78 s., ISBN 978-80-85116-65-6
- [23] BERANOVSKÝ, J. *Energie – kde ji vzít?*, příručka, Praha: EkoWatt, 1995, 124 s., ISBN 87-87660-74-1
- [24] Ministerstvo vnitra České republiky [online]. 2010 [cit. 2010-04-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.mvcr.cz/web-legislativa.aspx>>
- [25] VOŘÍŠEK, T. Biomasa jako zdroj energie: výhody a problémy jejího energetického využití, *Technik*, 2002, Roč. 10, č. 7, s. 51, ISSN 1210-616X
- [26] SRDEČNÝ, K. Energie v biomase, *Ekolist*, 2003, Roč. 8, č. 2, s. 14-15, ISSN 1211-5436
- [27] NOSKIEVIČ, P. a kol. *Biomasa a její energetické využití*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 1996, 67 s., ISBN 80-7078-367-2
- [28] Ekopaliva [online]. 2010 [cit. 2010-03-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.ekopaliva.poulik.cz/>>
- [29] Wikipedie : Otevřená encyklopedie [online]. 2009 [cit. 2010-04-2]. Briketování. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Briketování>>
- [30] Dalkia Česká republika [online]. 2010 [cit. 2010-03-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.dalkia.cz/default2.asp?url=1>>
- [31] Atmos [online]. 2004-2008 [cit. 2010-03-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.atmos.cz/czech/kotle-004-kotle-na-pelety>>
- [32] Biomasa ani zemní plyn nemohou nahradit hnědé uhlí v teplárenství. *Energetika*, 2008, č. 8, s. 324-327, ISSN 0375-8842
- [33] Biopaliva: dobrý nápad anebo zločin vůči chudým a přírodě?, *Sborník textů*, Dráčov, Fontes rerum, 2009, č. 28, ISBN 978-80-86958-15-6

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Tmavá dřevěná peleta [28]</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 2: Bylinné brikety [28]</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 3: Řez kotlem na biomasu v Krnově[30]</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 4: Kotelna na biomasu v Krnově[30]</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 5: Kotel na pelety ATMOS typ D 15 P [31]</i>	<i>25</i>

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Příloha č. 2 k vyhlášce č 482/2005 Sb. (Seznam invazivních a expanzivních druhů vyšších rostlin, které narušují funkci ekosystémů a mohou způsobovat hospodářské škody)[1]</i>	<i>4</i>
<i>Tabulka 2: Chemická analýza smrku ztepilého [2]</i>	<i>5</i>
<i>Tabulka 3: Chemická analýza vzorků topolu osika [2]</i>	<i>6</i>
<i>Tabulka 4: Chemická analýza vzorků tolice vojtěšky [2]</i>	<i>7</i>
<i>Tabulka 5: Chemická analýza vzorků světlice barvířské [2]</i>	<i>8</i>
<i>Tabulka 6: Zařazení druhů biomasy, které jsou předmětem podpory, do jednotlivých skupin kategorií.....</i>	<i>17</i>